

Séance de 1 heure | Situation et cours

Facteur de puissance d'un moteur d'atelier

Première MA | Puissance consommée par un appareil électrique

Prénom et nom : Classe :

Énoncé — Contexte professionnel : une ronde de maintenance dans l'atelier

Dans l'atelier d'agencement, l'entretien des machines comprend des rondes : on surveille l'état des machines pour intervenir avant la panne. Le responsable de la maintenance confie à un apprenti une pince wattmétrique et un système d'acquisition. L'apprenti doit contrôler deux moteurs monophasés et comparer ses mesures à leur plaque :

moteur de la scie circulaire : 2,2 kW ; 230 V ; 13,1 A ; $\cos \varphi = 0,95$; 2820 tr/min ;

moteur de la ponceuse à bande : 1,1 kW ; 230 V ; 6,9 A ; $\cos \varphi = 0,95$; 1410 tr/min.

Le responsable attend trois réponses : « Les moteurs fonctionnent-ils normalement ? Quelle puissance électrique reçoivent-ils vraiment ? Que coûte une scie qui tourne sans couper ? »

Définition — Valeurs efficaces et déphasage

Sur le secteur, la tension $u(t)$ et l'intensité $i(t)$ varient sans cesse. Le voltmètre et la pince affichent leurs **valeurs efficaces** U et I : le « 230 V » du secteur est une valeur efficace.

Pour un moteur, le courant est **en retard** sur la tension. Ce décalage est le **déphasage** φ , exprimé en degrés. Pour une résistance (radiateur), $\varphi = 0$.

Propriété — Mesurer le déphasage

On mesure sur l'oscillogramme le décalage Δt entre les deux courbes et la période T (20 ms pour le secteur à 50 Hz), dans la même unité : $\varphi = 360 \times \frac{\Delta t}{T}$.

Définition — Facteur de puissance et puissance active

Le **facteur de puissance** est $\cos \varphi$ (calculatrice en degrés). C'est un nombre sans unité, compris entre 0 et 1.

La **puissance active** P est la puissance moyenne reçue ; c'est elle qu'affiche le wattmètre et que compte le compteur :

$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

avec U en V, I en A et P en W. Le produit $U \times I$ seul est la **puissance apparente**, en voltampères (VA).

Propriété — Ordres de grandeur et courant appelé

Résistance : $\cos \varphi = 1$. Moteur en charge : de 0,80 à 0,95 environ. Moteur qui tourne à vide : de 0,30 à 0,50.

À puissance active égale, plus $\cos \varphi$ est petit, plus le courant est grand : $I = \frac{P}{U \times \cos \varphi}$. Les câbles sont alors plus chargés et chauffent davantage.

Attention — La plaque d'un moteur

Les kW écrits sur la plaque d'un moteur sont la **puissance mécanique** qu'il fournit à la machine. La puissance électrique qu'il reçoit, $P = U \times I \times \cos \varphi$, est plus grande : une partie de l'énergie reçue est perdue en chaleur dans le moteur.

Exercices | Socle

Écris tes calculs et l'unité de chaque résultat.

Exercice 1 – Puissance reçue par la ponceuse**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Un radiateur d'atelier sous 230 V absorbe 8 A, avec $\cos \varphi = 1$: $P = U \times I \times \cos \varphi = 230 \times 8 \times 1 = 1840 \text{ W}$.

À toi de jouer.

On relève sur le moteur de la ponceuse : $U = 230 \text{ V}$, $I = 6,9 \text{ A}$ et $\cos \varphi = 0,95$.

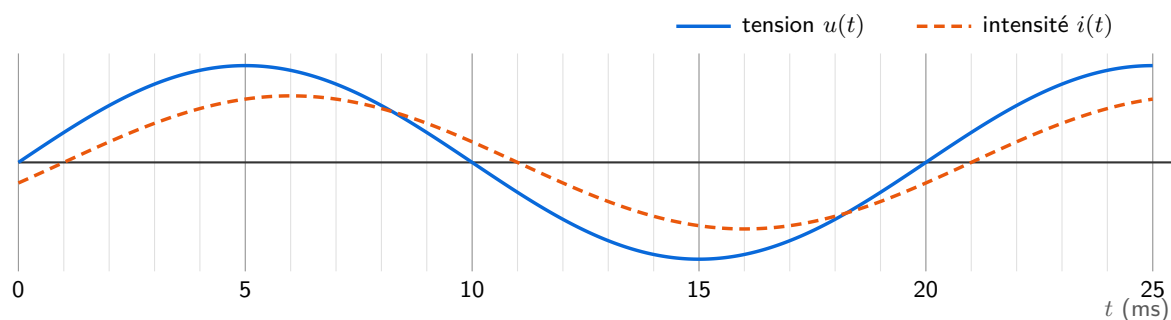
1. Écrire la formule de la puissance active.
2. Calculer la puissance électrique reçue par le moteur, arrondie au watt.
3. Comparer avec la puissance écrite sur la plaque (1,1 kW). Le moteur reçoit-il plus ou moins qu'il ne fournit ?

Exercice 2 – Lire le déphasage sur l'oscillogramme**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Sur un autre moteur, on lit $\Delta t = 2 \text{ ms}$ et $T = 20 \text{ ms}$: $\varphi = 360 \times 2 \div 20 = 36^\circ$, puis $\cos 36^\circ \approx 0,81$.

À toi de jouer.

On utilise l'oscillogramme du moteur de la ponceuse, relevé par le système d'acquisition.



Le quadrillage vertical est gradué de 1 ms en 1 ms. Les deux courbes n'ont pas la même échelle verticale : seuls les instants se comparent.

1. Lire la période T , en ms.
2. Lire le décalage Δt entre la tension et l'intensité, en ms.
3. Calculer le déphasage φ , puis le facteur de puissance, arrondi au centième. Est-il conforme à la plaque ?

Exercice 3 – Puissance apparente et puissance active**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Un moteur sous 230 V absorbe 10 A, avec $\cos \varphi = 0,80$: $U \times I = 2300 \text{ VA}$, mais $P = 2300 \times 0,80 = 1840 \text{ W}$.

À toi de jouer.

La pince indique pour le moteur de la scie : $U = 230 \text{ V}$ et $I = 13,1 \text{ A}$; la plaque donne $\cos \varphi = 0,95$.

1. Calculer le produit $U \times I$. Préciser son unité.
2. Calculer la puissance active reçue par le moteur, arrondie au watt.

Exercices | Standard**Exercice 4 – Ce que consomme vraiment la scie****Exemple — Sur d'autres valeurs**

Un moteur de plaque 1,1 kW reçoit 1,5 kW et tourne 2 h : $E = 1,5 \times 2 = 3 \text{ kWh}$, soit 0,60 €. Avec la plaque, on aurait trouvé $1,1 \times 2 = 2,2 \text{ kWh}$: écart = $(3 - 2,2) \div 2,2 \times 100 \approx 36 \%$.

À toi de jouer.

Le moteur de la scie reçoit 2 862 W en coupe. Il coupe pendant 3 h dans la journée. Le prix du kWh est de 0,20 €.

1. Calculer l'énergie électrique reçue en 3 h, en kWh arrondi au centième, puis son coût.
2. Calculer l'énergie qu'on trouverait en prenant la puissance de la plaque (2,2 kW).
3. Calculer l'écart entre les deux énergies, en pourcentage de la seconde, arrondi à l'unité. Conclure.

Exercice 5 – Même puissance, pas le même courant**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Un appareil reçoit 2300 W sous 230 V. Avec $\cos \varphi = 1$: $I = 2300 \div (230 \times 1) = 10 \text{ A}$; avec $\cos \varphi = 0,80$: $I = 2300 \div (230 \times 0,80) = 12,5 \text{ A}$.

À toi de jouer.

Dans la zone de finition, deux appareils reçoivent chacun $P = 1\,500 \text{ W}$ sous $U = 230 \text{ V}$: un radiateur d'appoint ($\cos \varphi = 1$) et le moteur d'un compresseur ($\cos \varphi = 0,80$).

1. Écrire la formule qui donne I à partir de P , U et $\cos \varphi$.
2. Calculer l'intensité appelée par chaque appareil, arrondie au dixième.
3. Lequel charge le plus les câbles ? Justifier.

Exercice | Approfondissement**Exercice 6 – La scie qui tourne sans couper****Exemple — Sur d'autres valeurs**

Un moteur reçoit 920 W sous 230 V et 5 A : $\cos \varphi = 920 \div (230 \times 5) = 0,80$. Avec la touche $\cos^{-1}$ (en degrés) : $\varphi \approx 36,9^\circ$, soit $\Delta t = 36,9 \times 20 \div 360 \approx 2,1 \text{ ms}$.

À toi de jouer.

Pendant les réglages, la scie reste en marche sans couper. L'apprenti mesure : $U = 230 \text{ V}$, $I = 7,5 \text{ A}$ et $P = 690 \text{ W}$ au wattmètre.

1. Calculer le facteur de puissance du moteur pendant les réglages.
2. En déduire le déphasage φ , arrondi au dixième de degré, puis le décalage Δt qu'on verrait sur l'oscillogramme, arrondi au dixième de ms.
3. Comparer à la plaque et aux ordres de grandeur du cours. Que fait le moteur ?
4. La scie tourne ainsi 1 h par jour, 200 jours par an. Calculer l'énergie et le coût de ces heures à vide sur l'année.

Mon bilan avec l'enseignant : ☐ Lire un déphasage ☐ Calculer $P = U \times I \times \cos \varphi$ ☐ Interpréter une mesure.